

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-208136

(43)Date of publication of application : 17.08.1990

(51)Int.Cl.

B60K 41/00  
B60G 17/015  
B60T 8/58  
F02D 29/00  
F02D 41/04  
F02D 45/00  
F02D 45/00  
G05B 13/02

(21)Application number : 01-028840

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 09.02.1989

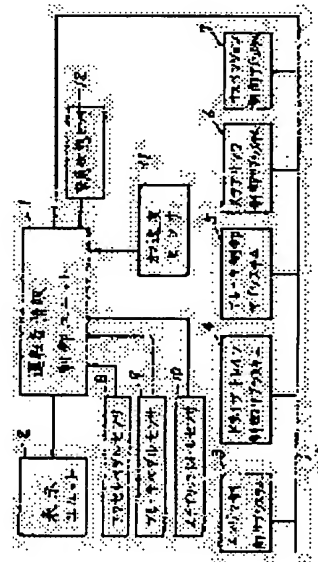
(72)Inventor : OYAMA TAKASHIGE  
MINOWA TOSHIMICHI

## (54) HARMONIOUS CONTROLLER FOR AUTOMOBILE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve the responsive, pleasant, actively stable qualities of a vehicle, by using dynamic models of such control elements as an engine, a transmission system, a brake system, a steering wheel system and a suspension system, in addition to the dynamic model of the vehicle, and conducting control in relation to these.

**CONSTITUTION:** An operator information control unit 1 uses dynamic models of such respective control elements as an engine, a transmission system, a brake system, a steering wheel system and a suspension system or the like, in addition to the dynamic model of a vehicle, from such signals as those from an accelerating pedal sensor 8, a brake pedal sensor 9, a steering sensor 10 and an acceleration sensor 11, and operates the optimum operational forces of the transmission, steering and brake systems in accordance with the acceleration of the vehicle. The result is sent to the control sub systems 3-7 of the engine, the transmission system, the brake system the steering wheel system and the suspension system, and actuators at such respective control elements as a throttle, a speed shift step, a brake oil pressure or the like, are controlled. Thus, the responsive and pleasant qualities of the vehicle as well as an actively stable quality, can be improved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-208136

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)8月17日

B 60 K 41/00  
B 60 G 17/015  
B 60 T 8/58  
F 02 D 29/00  
41/04  
45/00

3 1 0  
3 5 5  
3 7 0

Z  
H  
G  
Z  
M

8710-3D  
8817-3D  
8510-3D  
7713-3G  
7825-3G  
8109-3G  
8109-3G  
8527-5H

G 05 B 13/02

審査請求 未請求 請求項の数 13 (全18頁)

⑮ 発明の名称 自動車の協調制御装置

⑯ 特 願 平1-28840

⑰ 出 願 平1(1989)2月9日

⑱ 発 明 者 大 山 宜 茂 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑲ 発 明 者 箕 輪 利 通 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 秋本 正実

明 細 書

1. 発明の名称

自動車の協調制御装置

2. 特許請求の範囲

1. 車の動的モデルの他に、エンジンと、ドライブトレインと、ブレーキと、ステアリングと、サスペンション等の制御要素の動的モデルのうち少なくとも1つの動的モデルを用いて、車の制御要素に関連して制御する制御手段を備えた自動車の協調制御装置。
2. 車の動的モデルを用いた自動運転制御サブシステムと、安定性増強サブシステムとを含む請求項1記載の自動車の協調制御装置。
3. ドライブトレインのトルクに関する情報と、エンジンの燃焼速度に関する情報とを基に、エンジンとドライブトレインを制御する請求項1記載の自動車の協調制御装置。
4. エンジンとドライブトレインに関するオブザーバと、車体に関するオブザーバとを用いて、エンジンとドライブトレインを制御する請求項

1記載の自動車の協調制御装置。

5. ブレーキと、ステアリングと、サスペンション等のサーボとアクチュエータに関するオブザーバと、車体に関するオブザーバとを用いて、上記制御要素を制御する請求項1記載の自動車の協調制御装置。
6. エキスパートシステムを持つ運転者支援システムを含む請求項1記載の自動車の協調制御装置。
7. 推論ユニットと知識ベースを持つエキスパートシステムを含む請求項6記載の自動車の協調制御装置。
8. アクセルペダルとブレーキペダルとステアリングホイールの操作力を、車の加減速度と横加速度とに関連づけて制御するセンサとアクチュエータを持つ人工的応答システムを含む請求項1記載の自動車の協調制御装置。
9. 制御要素をネットワークに接続する直列伝送用回路を含む請求項1または請求項2または請求項6または請求項8記載の自動車の協調制御

装置。

10. 動的モデルを車と制御要素の経時変化に対応させた請求項1記載の自動車の協調制御装置。
11. 運転者の好みに応じて自動運転制御サブシステムと安定性増強サブシステムの制御ゲインとパラメータを変えるようにした請求項2記載の自動車の協調制御装置。
12. 制御手段と表示手段のマイクロプロセッサを車室内で同一基板に取り付けた請求項1または請求項9記載の自動車の協調制御装置。
13. 複数の動的モデルに関する演算を、複数のプロセッサで並列的に処理し、複数の制御要素を並列して制御する請求項1記載の自動車の協調制御装置。

### J. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明は自動車の協調制御装置に係り、特に車の運転性と安全性を向上するに好適な動的モデルを用いた自動車の協調制御装置に関する。

#### 〔従来の技術〕

従来で要求トルクを演算して、その結果を基にエアコンディショナの負荷をしゃ断する方法が提示されている。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術は車の動的モデルと各制御システムたとえばエンジン制御システムの動的モデルとの複数の動的モデルを用いた協調制御の点については配慮がされておらず、車の応答性と安定性の両立の点で問題があった。

本発明の目的は自動車の協調制御装置において車の応答性と安定性を両立させることにある。また応答性を向上して騒音や振動やあらさを低減することにある。また運転性および燃料経済性を向上することにある。さらに車の運転を容易にして緊急時の運転者の運転操作を支持することにある。またアクティブ安全性を向上して危険を予防することにある。またエルゴノミクスの手法で運転者がつかれなくて安全に操作するためのインタフェースを提供することにある。

#### 〔課題を解決するための手段〕

従来のエンジン制御装置は、特開昭63-71551号に記載のように吸気空気量の調節に関与する制御量たとえばスロットルバルブ開度から負荷トルクを推定する動的モデルが提示されている。

また従来の装置に関連する米国特許第4713763号ではアクセルペダルのふみ込み量と、エンジンと変速機とのトルクとを検出して、トルクの変動が小さくなるようにスロットルバルブを制御している。また特開昭61-286547号では加速速度を検出して、目標値に合致するようにスロットルバルブを制御している。特開昭62-150035号では機加速速度を検出して、曲線路の限界速度を演算することにより、エンジンとドライブトレインの駆動トルクを制限する方法が提示されている。米国特許第4713764号ではトルクの差から登坂かどうかを判定して、変速機の歯車段の切換えを制限している。特開昭61-145339号ではアクセル操作量から目標トルクを求めて、出力トルクが目標トルクになるように付加積分型速度レギュレータを用いて制御している。特開昭62-101853号ではアクセル

上記目的を達成するために、本発明による自動車の協調制御装置は、車の動的モデルの他に、エンジン、ドライブトレイン（変速機）、ブレーキ、ステアリング、サスペンション等の各制御要素の動的モデルのうちの少なくとも1つの動的モデルを含む、複数の動的モデルを用いて車の各制御要素に関連して協調制御する制御手段を備えたものである。また動的モデルによって自動運転制御サブシステムと、安定性増強サブシステムとを構築し、車の協調制御と冷間始動や暖機中の適応制御とを付加したエンジンのトルクサーボをなすエンジン制御サブシステムと、車の動的モデルとエンジンドライブトレインの動的モデルとから構築された2つのオブザーバを持つドライブトレイン制御サブシステムと、同じように2つのオブザーバを持つブレーキ、ステアリング、サスペンション、ステアリング制御サブシステムとによって車の応答性と安定性を両立させるようにしたものである。さらにエキスパートシステムを持つ運転者支援システムで、車の運転状態が評価されて、副

急時の安全性を向上できるようにしたものである。またステアリングホイール、ブレーキペダル、アクセルペダルの力を人工的応答システムで加減し、運転者の感覚を向上するようにしたものである。

#### 【作用】

上記自動車の協調制御装置は、制御手段が含む自動運転制御サブシステムと、安定性増強サブシステムとで、アクセルペダル、ブレーキペダル、ステアリングホイールの力と、車の加速度とに応じて、車に最適なドライブレイン、ブレーキ、ステアリング力を演算し、この結果をドライブレイン、ブレーキ、ステアリング、サスペンション制御サブシステムに送り、スロットル、減速段、ブレーキ油圧等の各制御要素のアクチュエータを制御し、最適なトレイン、ブレーキ、ステアリング力を得ることができる。また運転支援システムにエンジンの状況と、レーダセンサの出力等を入力し、内蔵するエキスパートシステムでエンジンと、車の状態をモニタし、緊急時に運転者に適切な指示を与えると共に、上記各制御サブシステム

的モデルを含んでおり、この車の動的モデルの他に各制御要素の動的モデルのうちの少なくとも1つの動的モデルを用いて、車の制御要素に関連して協調制御する。この各ユニット1、2と各サブユニット3～7の間はローカルエリアネットワーク60で電気的に接続されており、このネットワーク60を介してサブシステム3～7の間のデータの伝送を行う。運転者の要求はアクセルペダルセンサ8と、ブレーキペダルセンサ9と、ステアリングホイールセンサ10で、運転者情報制御ユニット1に入力される。制御ユニット1には車の加速度センサ11の信号と、緊急状態センサ12たとえばレーダの信号が入力される。制御ユニット1から表示ユニット2に運転者を支援する表示データが送られる。

上記構成の自動車の協調制御装置において、車の騒音や振動はサスペンション制御サブシステム7によってアクティブにサスペンションを制御することにより低減される。またエンジン、ドライブレイン、ブレーキ制御サブシステム3、4、

に操作信号を与え、エンジンの燃費と車の衝突を防止できる。さらに人工的応答システムで、ステアリングホイール、ブレーキペダル、アクセルペダルの力を運転者の感覚に合わせることができる。

#### 【実施例】

以下に本発明の実施例を第1図から第24図により説明する。

第1図は本発明による自動車の協調制御装置の一実施例を示す構成図である。第1図において、本自動車の協調制御装置は運転者情報制御ユニット(制御手段)1と、表示ユニット(表示手段)2と、エンジン制御サブシステム3と、ドライブレイン制御サブシステム4と、ブレーキ制御サブシステム5と、ステアリング制御サブシステム6と、サスペンション制御サブシステム7と、アクセルペダルセンサ8と、ブレーキペダルセンサ9と、ステアリングホイールセンサ10と、加速度センサ11と、緊急状態センサ12とから構成される。運転者情報制御ユニット1は車の動的モデルを含み、各制御サブシステム3～7は各制御要素の動

5を協調的に制御することによって車のスリップを防止することができる。車の運転性能は運転者情報制御ユニット1に含まれている運転性の制御性増強とステアリング安定性増強の制御アルゴリズムによって改善される。エンジン制御サブシステム3には気筒毎の制御アルゴリズムが内蔵されており、燃料経済性を向上するのと振動を低減することができる。またエンジン制御サブシステム3は変速機付きドライブレイン制御システム4と緊密に結合されており、運転者の要求に応じてネットワーク60を用いて協調制御される。エンジン、ドライブレイン、ブレーキ、ステアリング、サスペンション制御サブシステム3、4、5、6、7を協調制御することによって、平均的な運転者でも緊急時に制御性を失うことなく車を安全に運転することができる。

また緊急や警報状態は運転者情報制御ユニット1内の緊急時操作アドバイザーから音声や振動信号で運転者に伝達され、この運転を容易にするために知能化フィルタ情報処理によって運転者は真に

必要な情報のみを取り出すことができる。さらにアクティブ安全制御技術で車の事故回避能力を高めるようにして、エンジンの速度と出力がステアリングホイールセンサ10と車の加速度センサ11の信号から求まるヨーレートの値に応じて制限され、車のスリップを未然に防止することができる。このアクティブ安全の原則は予測制御を行うことにより、車が環境の変化を予測して制御される。またエルゴノミックの概念をとり入れて運転者の操作をやすくし、人工的応答システムによってアクセルペダル、ブレーキペダル、ステアリングホイールの操作力を運転者の要求に適合させることができる。表示ユニット2は連続して変化する状態で運転者が要求する情報を提供できる。

第2図は第1図の運転者情報制御ユニット1の構成図である。第2図において、本運転者情報制御ユニット1は動的モデル101と、自動運転制御サブシステム102と、安定性増強サブシステム103とから構成され、表示ユニット2と、車13と、運転者14と、制御ユニット15と第2図のように結合

とができる。

第2図の入力の他の1つはステアリングホイールセンサ10からの信号で、出力の他の1つは加速度センサ11の信号から求まる車13の横方向の加速度であって、自動運転制御サブシステム102は車13の実際の横方向加速度と運転者の要求とを比較し、動的モデル101を用いて最適なステアリングホイール角と力を決定する。一方の安定性増強サブシステム103は加速度センサ11の信号11aを受けとり、実時間でステアリングホイール角とサスペンションダンピング力を決定して、車13の垂直と左右と前後方向の振動を最小にする。これにより制御性を失うことなく車の安定性を増すことができる。

第4図(a)、(b)は第2図の安定性増強サブシステム103を用いた場合の加速時と減速時の車の他の動特性測定例図である。第4図(a)、(b)において、第4図(a)の加速時の従来システムB(破線)の加速度( $m/s^2$ )特性に比べて本システムA(実線)の車の加速応答が迅速かつ円滑になり、

されている。上記の構成で、入力1つはアクセルペダルセンサ8からの信号で、出力1つは車13の加速度センサ11からの信号であって、自動運転制御サブシステム102は車13の実際の加速度とアクセルペダルセンサ8の信号から計算で求まる運転者の要求に基づく加速度とを比較して、このサブシステム102の出力で車13のエンジンのスロットルバルブが制御される。このサブシステム102の動作はモデルフォロ잉制御の制御性増強の制御アルゴリズムに基づくもので、このサブシステム102によって運転性と燃費が改善される。また減速運転状態では、ブレーキ力がこのサブシステム102の出力で制御される。

第3図(a)、(b)は第2図の自動運転制御サブシステム102を用いた場合の加速時と減速時の車の動特性測定例図である。第3図(a)、(b)において、従来システムB(破線)の加速度( $m/s^2$ )特性に比べて、本システムA(実線)の特性では加速減速時に円滑かつ迅速に車が応答しており、車の運転状態の広い範囲で運転者の要求を満たさせるこ

第4図(b)の減速時のアンチスキット制御システムを具備した従来システムB(破線)の車速( $km/h$ )特性に比べて本システムA(実線)の車速の変化が円滑になっている。

第2図の自動運転制御サブシステム102の入力信号と制御変数の情報は表示ユニット2に送られ、運転者14はこの情報に応じてアクセルペダルとブレーキペダルとステアリングホイールを操作し、またこれらの操作の情報は制御ユニット15に送られる。このとき運転者14の手動による指令が優先する。

第5図は第1図のエンジン制御サブシステム3の構成図である。第5図において、本エンジン制御サブシステム3は制御ユニット301と、検出手段H<sub>1</sub>302と、検出手段H<sub>2</sub>303とから構成され、エンジン16とドライブレイン17とに第5図のように結合されている。上記の構成で、制御ユニット301によって低温始動と暖機中の適応制御を付加したトルクサーボ制御が実行される。この設定値のトルクは運転者の要求に応じて第1図の運転者

情報制御ユニット1により決定される。この設定値のトルクはドライブトレイン17の検出手段H、303の実感のトルクと比較し、制御ユニット301によってエンジン16の燃料量と空気量と点火時期が制御される。この制御ユニット301は上記トルクの誤差信号に応じて、この誤差が最小になるように上記の制御変数を加減する。また制御ユニット301は燃焼に直接関与する信号たとえば筒内圧力センサの信号の検出手段H、302の信号を受けとり、低圧始動と暖機時に適当な燃焼速度を維持できるようにエンジン16の空気量を制御する。この直接制御によって、排ガスの空燃比のような2次的パラメータを測定する従来システムに比べて排気浄化性が大幅に向上する。

第6図は第1図のドライブトレイン制御システム4の構成図である。第6図において、本ドライブトレイン制御サブシステム4はコントローラ401と、オブザーバB402と、オブザーバA403とから構成され、エンジン16とドライブトレイン17と車体18とに第6図のように結合されている。こ

図で制御されるので、車体18の加速度は完全に運転者の要求に合致する。また上記のように車の動作に応じて第5図のエンジン制御サブシステム3と第6図のドライブトレイン制御サブシステムの機能の協調制御が実行される。

第7図は第1図の各ブレーキ制御サブシステム5、ステアリング制御サブシステム6、サスペンション制御サブシステム7の構成図である。第7図において、各ブレーキ、ステアリング、サスペンション制御サブシステム5、6、7はコントローラ501と、サーボとアクチュエータ502と、オブザーバB503と、オブザーバA504とから構成され、車体18と第7図のように結合している。これらのサブシステム5、6、7の構成は第6図のドライブトレイン制御サブシステム4の場合と類似している。上記の構成で、オブザーバA504は車体18用であって、車13に作用する力を出力すなわち加速度センサ11の信号から車13の動力学を用いて推定する。オブザーバB503はサーボとアクチュエータ502用であって、アクチュエータ502の力を推

定のドライブトレイン17は高度適応の駆動力を有する変速機から構成されており、このドライブトレイン17はエンジン16と車体18とに密に結合されている。上記の構成で、トルクの設定値は第1図の運転者情報制御ユニット1からコントローラ401とオブザーバB402とオブザーバA403に送られる。エンジン16のトルクとドライブトレイン17の変速比はコントローラ401の出力で制御され、車体18の実感の加速度を運転者の要求に合致するようにする。オブザーバA403は車体18用であって、このオブザーバA403によって車体18の加速度センサ11の信号からドライブトレイン17のトルクを推定する。オブザーバB402はドライブトレイン17用であって、ドライブトレイン17の信号からエンジン16の出力トルクを推定する。オブザーバA403とオブザーバB402の推定値はコントローラ401に入力され、エンジン16の空気量と燃料量と点火時期を調整するとともに、ドライブトレイン17の変速比を制御する。このエンジン16のトルクとドライブトレイン17の変速機のトルクが実時

に推定する。オブザーバA504とオブザーバB503での推定値はコントローラ501に送られ、第1図の運転者情報制御ユニット1から送られてくる設定値に応じてサーボとアクチュエータ502への入力を調節する。この設定値はブレーキ制御サブシステム5に対してはブレーキの減速度であり、ステアリング制御サブシステム6に対してはステアリングのすべり角であり、サスペンション制御サブシステム7に対してはサスペンションのダンピング力である。サーボとアクチュエータ502としては電気-油圧サーボと、電気-空圧サーボとが用いられる。第7図の出力はブレーキ制御サブシステム5の場合にはブレーキの減速度で、ステアリング制御サブシステム6の場合にはステアリングの横方向加速度、ヨー、サスペンション制御サブシステム7の場合にはヨー、サスペンションの揺動加速度である。上記の第5図エンジン制御サブシステム3と第6図のドライブトレイン制御サブシステム4と第7図のブレーキ、ステアリング、サスペンション制御サブシステム5、6、7との適

用により、各サブシステムの機能の協調制御が実行される。

第8図は第1図の運転者情報制御ユニット1に含まれている運転者支援システム104の構成図である。第8図において、本運転者支援システム104はエキスパートシステム105と、計画データ106と、車体センサ（たとえばレーダなど）107と、エンジンセンサ（たとえば水温センサなど）とから構成される。エキスパートシステム105は計画評価108と、状態評価110と、状態モニタ111と、インタフェイス112とを含み、運転者14と制御ユニット15に結合されている。上記の構成で、エンジンセンサ108によってエンジン16の速度、油圧、冷却水温、燃料圧力などのパラメータを測定し、これらのパラメータをエキスパートシステム105の状態モニタ111に送り、インタフェイス112を介して表示ユニット2に表示する。運転者14はこのデジタル型式表示とアナログ表示を選択することができる。この状態モニタ111によってエンジンの潤滑油とブレーキライニングの交換時期に関

するデータが表示できる。また車13の走行環境をレーダなどの車体センサ107の信号を用いて、エキスパートシステム105の状態評価110により評価することができ、衝突の危険の存在が点検される。ここで車体センサ107の出力が状態評価110の知能化ソフトウェアによって解析され、運転者14と制御ユニット17に加速を減ずるように指令して衝突を防止する。これにはインタフェイス112を介して音声や視覚で運転者に問題および最適修正動作を伝えることができ、これにより運転者14の衝突回避能力を向上させる。上記の状態モニタ111と状態評価110によって迅速な修正動作が行われる。また計画データ106を用いて、エキスパートシステム105の計画評価108により、例えば車13の燃費の計画値と実測値を比較して評価を行うことができる。

第9図は第8図のエキスパートシステム105のソフトウェアの構成図である。第9図において、本エキスパートシステム105のソフトウェアはレーダ113と、バッファ114と、推論ユニット115と、

知識ベース116とから構成され、運転者14と第9図のように結合されている。上記の構成で、レーダ113の出力が該レーダ113で制御できるバッファ114を介して推論ユニット115に送られ、推論ユニット115は知識ベース116を用いて運転者14に最適な修正動作を伝える。ここで推論ユニット115は道路パターンと天候と障害物パターンに関する知識ベース116を用いてレーダ113の信号を分析して、障害物による衝突の危険の存在を運転者14に知らせるとともに最適な修正動作を運転者14に指令する。

第10図は第1図の運転者情報制御ユニット1に含まれている人工的応答システム117の構成図である。第10図において、本人工的応答システム117はコントローラ118と、センサとアクチュエータ119、120、121とから構成され、アクセルペダル18とブレーキペダル20とステアリングホイール21とに第10図のように結合されている。上記の構成で、コントローラ118に速度とヨーレートとステアリング角の情報を入力し、各センサとアクチ

ュエータ119、120、121を制御して、アクセルペダル19の力とブレーキペダル20の力とステアリングホイール21の力を車13の動作に応じて運転者14の最適応答が確保できるように人工的に調整する。この各センサとアクチュエータ119、120、121を用いて、アクセルペダル19の力と車13の前方加速度と、ブレーキペダル20の力と車13の減速度と、ステアリングホイール21の力と車13の横方向加速度との線型性が確保される。

第11図は第1図の各制御サブシステム3～7の直列伝送用回路600の構成図である。第11図において、本直列伝送用回路600はデータバスバッファ601と、リード/ライトコントロール602と、モデム・コントロール603と、トランスミットバッファ604と、トランスミットコントロール605と、レシーブバッファ606と、レシーブコントロール607とから構成される。第1図の各制御サブシステム3～7は第11図の直列伝送用回路600を介してネットワーク60に接続される。これにより各サブシステム3～7は相互に電気的に接続され、各

サブシステム3~7のマイクロプロセッサのデータはデータバスバッファ801を介して直列伝送用回路600に入力される。直列伝送用回路600のリード/ライトコントロール602とモデム・コントロール603によって、ネットワーク60へのデータの送信とネットワーク60からのデータの受信が制御される。トランスミットバッファ604で送信データがパラレルからシリアルに変換され、この送信はトランスミットコントロール605で制御される。一方のネットワーク60上のシリアルデータはレシーブバッファ606でシリアルからパラレルに変換され、この受信はレシーブコントロール607で制御される。このようにして第1図の各制御サブシステム3~7のデータの伝送を容易にし、協調制御を有効にすることができる。

上記第2図の運転者情報制御ユニット1の動的モデル101は例えば車体18のダイナミックモデルであって、タイヤの交換によって弾性特性が変化するとモデルを変える必要がある。第2図の運転者情報制御ユニット1では入力と出力の情報から

センサ10は車室内あるいは室内近くに配置されるので、これらは運転者情報制御ユニット1のマイクロプロセッサに直接接続される。加速度センサ11も車室内に取り付けられるので、同じくマイクロプロセッサに直接接続される。レーダなどの緊急状態センサ12は車13の前部に取り付けられるので、直列伝送用回路600を介してネットワーク60に接続される。ここで運転者情報制御ユニット1と表示ユニット2のマイクロプロセッサを車室内で同一基板に取り付けることによって、緊急時のデータを迅速に運転者14に知らせることができる。

上記第2図の運転者情報制御ユニット1には車体18に関する動的モデル101が含まれている一方で、第6図のドライブレイン制御サブシステム4には車体18に関するオブザーバA403と制御要素のドライブレイン17に関するオブザーバB402とが含まれており、これらのオブザーバ403、402は動的モデルから構築されている。したがって第6図のドライブレイン制御サブシステム4のオブザーバA403のかわりに第2図の運転者情

上記の変化を把握して、ダイナミックモデルを変更することができる。

上記第2図の運転者情報制御ユニット1の自動運転制御サブシステム102にアクセルペダルセンサ8の信号が入力されると、この信号を基に運転者14の要求する加速度が演算されるが、このとき運転者14の好みに応じて加速度を変更することができる。これには自動運転制御サブシステム102と安定性増強サブシステム103がマイクロプロセッサで構成されているので、制御ゲインとパラメータのアドレスの内容を変更するだけで容易に運転者14の好みに対応できる。

上記第1図の各制御サブシステム3~7のマイクロプロセッサはそれぞれの制御要素の近くに配置され、運転者情報制御ユニット1のプロセッサは表示ユニット2の近くの車室内に配置される。これらのマイクロプロセッサは第11図の直列伝送用回路600を介してネットワーク60に接続されている。また各センサのアクセルペダルセンサ8とブレーキペダルセンサ9とステアリングホイール

情報制御ユニット1の動的モデル101を流用することができる。これにより複数個のプロセッサで並列に動的モデルに関する演算を実行することが可能となって、サブシステムのマイクロプロセッサと制御ユニット1のマイクロプロセッサの負担が軽くなる。

第12図は第1図の運転者情報制御ユニット1とドライブレイン制御サブシステム4の機能をエンジン制御サブシステム3に統合してエンジンドライブレイン制御サブシステム305とした装置の部分構成図である。第12図において、第1図の制御ユニット1とドライブレイン制御サブシステム4の機能をエンジン制御サブシステム3に統合してエンジンドライブレイン制御サブシステム305とすることができ、他のブレーキ制御サブシステム5とステアリング制御サブシステム6とサスペンション制御サブシステム7の動作は時間的に比較的遅いので各サブシステム5、6、7として残存している。これによりエンジン16とドライブレイン17は緊密に制御される。ここで第2



図の運転者情報制御ユニット1の自動運転制御サブシステム102と安定性増強サブシステム103はエンジンドライブレイン制御サブシステム305内に含まれる。各サブシステム305, 5, 6, 7は第11図の直列伝送用回路600を介してネットワーク60に接続されている。

上記第1図の加速度センサ11のかわりに車13の車輪回転速度の変化から車13の加速度を推定するようにして、加速度センサ11を省略することができる。ここで車輪回転速度を $\omega$ とすると、車13の進行方向の加速度 $a$ は次式で表わされる。

$$a = k \frac{d\omega}{dt} \quad \dots\dots (1)$$

ここに $k$ は定数である。したがって車輪回転速度センサの信号を運転者情報制御ユニット1に入力して、制御ユニット1内のマイクロプロセッサで(1)式の演算を行って加速度 $a$ を求め、これによって第1図の各制御サブシステム3~7を制御する。

上記第1図の運転者情報制御ユニット1と各制御サブシステム3~7の動的モデルとして状態方

程式を用い、これをデジタルシグナルプロセッサを用いて処理することができる。このシグナルプロセッサとしては例えばテキサス・インスツルメンツ社製のTMS32020を用いることができる。これにより各制御サブシステム3~7のマイクロプロセッサの負担が軽減される。ここで状態変数を $x(i)$ とすると次式で表わされる。

$$x(i) = Ax(i-1) + Bu(i-1) \quad \dots (2)$$

ここに $A$ ,  $B$ は定数で $u$ は入力である。この(2)式の演算をデジタルシグナルプロセッサで高精度で高速に処理する。

第13図は第1図の各制御サブシステム3~7のCANシステムのハードウェアの構成図である。第13図において、第1図の各制御サブシステム3~7のエンジン制御システム3のハードウェアはCPU306と、DRAM307と、Bus Interface 308とから構成され、ドライブレイン制御サブシステム4はCPU406と、DRAM407と、Bus Interface 408とから構成され、ブレーキ制御サブシステム5はCPU506と、DRAM507と、

Bus Interface 508とから構成されるようにして、各制御サブシステム3~7はBus Interface 308, 408, 508などを介してネットワーク60に接続され、各サブシステム3~7と電氣的に接続されている。

第14図は第13図の各制御サブシステム3~7のドライブレイン制御システム4のCANに接続するセンサとアクチュエータの構成図である。第14図において、第13図の各制御サブシステム3~7の一例としてドライブレイン制御サブシステム4のCANに接続するセンサとアクチュエータの構成を示し、上記CPU406からI/O Interface 408を介して、スロットルバルブ制御用のスロットルアクチュエータ410とスロットルセンサ411が接続されるとともに、変速機制御用の変速アクチュエータ412と変速信号と変速位置などを検出する変速センサ413が接続されている。つぎの第15図から第24図に第1図の自動車の協調制御装置により得られる制御例のフローチャートを示す。

第15図は第1図(第5図、第6図、第7図)のエンジン、ドライブレイン、ブレーキ制御サブ

システム3, 4, 5によるスリップ防止のための協調制御例のフローチャートである。第15図において、まずステップ151で車速 $V$ と車輪速 $v$ をリードし、ステップ152で発進時などに生じるスピノホイールかブレーキ時などに生じるロックホイールかを判断する。ロックホイールであればステップ153, 154でスリップ率 $S = \{(V-v)/V\} \times 100\%$ の演算を行い、スリップ率 $S$ が最適スリップ率20%程度になるようにブレーキ圧を制御して、ロックホイールが生じないようにする。またスピノホイールであればステップ155, 156で路面とタイヤ間の摩擦係数を最適にして最適スリップ率になるように、エンジン出力を低下する方向つまりスロットルバルブを閉じる方向に制御して、スピノホイールを防止する。

第16図は第1図(第5図)のエンジン制御システム3自体の制御例のフローチャートである。第16図において、まずステップ161で気筒別の空燃比をリードし、ステップ162で設定空燃比( $A/F$ )と実際の空燃比 $A/F$ を気筒毎に比較する。

もしどこかの気筒が設定空燃比とずれていれば、ステップ163でその気筒の燃焼時だけスロットルバルブかインジェクタを制御して設定空燃比にする。また設定空燃比と合っていれば次のステップ164で気筒別の出力トルクをリードし、ステップ165で実際のエンジントルク $T$ と設定のエンジントルク $T_s$ を比較する。もしどこかの気筒が設定エンジントルク $T_s$ とずれていれば、ステップ166でスロットルバルブとインジェクタと点火時期を制御して設定エンジントルク $T_s$ にする。このような制御プログラムを内蔵することにより気筒別のエンジン制御が可能となって、燃料経済性の向上はもとよりエンジンの振動をも低減することが可能になる。

第17図は第1図(第6図)のドライブトレイン制御サブシステム4による変速時のショック低減のための協調制御例のフローチャートである。第17図において、まずステップ171でドライブトレイン制御サブシステム4に存在する変速機のセンサ413から変速かどうかの信号を判断する。もし

変速時であればステップ172で制込などで変速信号を優先的にスロットルバルブ制御部へ送信し、ステップ173で給圧制御変速をスタートし、ステップ174で回転数などから空気の遅れと変速時期を判断してスロットルバルブを制御する。

第18図は第1図の緊急・警報状態表示例のフローチャートである。第18図において、一例としてまずステップ181、182で並列にスロットルバルブ制御が誤動作か、空燃比制御が誤動作かを判断して、もし両方とも誤動作をしていた場合には両方ともステップ182の知能化フィルタに入力される。しかし運転者14にとって空燃比制御の誤動作はさほど問題ではなく、それよりもエンジン出力を決定するスロットルバルブ制御の誤動作は人命にかかわる問題であるため、運転者14に知らせる必要がある。そこでステップ183でスロットルアクチュエータ410の故障表示のみを出力し、ステップ184でフェールセーフ手段を作動させることを知らせる。

第19図は第1図(第7図)のステアリング制御

サブシステム6によるアクティブ安全制御例のフローチャートである。第19図において、まずステップ191で運転者14が操作したステアリング信号 $S$ と車体18の加速度信号 $G$ をリードし、ステップ192でヨーレイト $Y$ を $S$ 、 $G$ の関数 $f(S, G)$ で演算する。ついでステップ193でヨーレイト $Y$ を安全域であるヨーレイト $Y_s$ と比較し、それを越えた場合にはステップ194でスロットルバルブ制御によりエンジン出力を制御して、実際のヨーレイト $Y$ が安全域のヨーレイト $Y_s$ 以下になるようにする。

第20図(a)、(b)は第1図(第8図)のエキスパートシステム105によるスロットル開度の知識ベース116とアクティブ安全のための予測制御例のフローチャートである。第20図(a)、(b)において、まず第20図(b)のステップ201で車体18に設けられた路面状況センサにより路面状況をリードし、ステップ202で雪道かウェット(ぬれた路面)か舗装(かいた路面)かを判断する。ついでステップ203、204、205で推論ユニット115で第20図(a)

の各路面状況でのアクセルペダル踏み量に対するスロットル開度 $A$ 、 $B$ 、 $C$ の知識ベース116から、各路面状況の雪道、ウェット、舗装に合った開度パターン $A$ 、 $B$ 、 $C$ をリードし、ステップ206でスロットルバルブ制御によりエンジン出力を制御して、環境変化に対しても安全に走行することが可能となる。

第21図は第1図(第10図)の人工的応答システム117による制御例のフローチャートである。第21図において、まずステップ211で人工的応答システム117において運転者14が男か力の弱い運転技術の未熟な女性あるいは老人かを判断し、もし女性か老人であればステップ211で運転者14が操作するアクセルペダル19をブレーキペダル20とステアリングホイール21の反力を小さくして、運転者14の要求に適合させる。

第22図は第1図(第2図)の白熱運転制御サブシステム102による制御例のフローチャートである。第22図において、まずステップ221で運転者14の要求する横加速度 $G_r$ と実際の車体18の横加

速度 $G_y$ をリードし、ステップ222で車速 $V$ をリードする。ついでステップ223で動的モデル101を用いてステアリング角 $\theta$ を上記 $G_y$ 、 $G_r$ 、 $V$ の関数 $g(G_y, G_r, V)$ で求めるとともに、ステアリング力 $F$ を関数 $h(G_y, G_r, V)$ で求め、ステップ224でステアリング角 $\theta$ とステアリング力 $F$ を出力する。

第23図は第1図(第2図)の安定性増強サブシステム103による制御例のフローチャートである。第23図において、まずステップ231で車体18の加速度 $G$ の垂直加速度 $G_a$ と左右加速度 $G_y$ と前後加速度 $G_z$ とローリング加速度 $G_r$ をリードし、どの加速度 $G$ が振動しているかを判断する。もし左右加速度 $G_y$ であればステップ233で車速 $V$ をリードし、ステップ234で設定の左右加速度( $G_y$ )を車速 $V$ の関数 $i(V)$ で求め、ステップ235でステアリング角 $\theta$ を上記( $G_y$ )の関数 $j((G_y))$ で求める。またステップ236で加速度 $G$ が上記 $G_a$ か $G_z$ か $G_r$ かを判断し、垂直加速度 $G_a$ であればステップ237で動的モデル101を用いて四輪のサス

ペンションを制御して垂直振動をおさえる。加速度 $G$ が前後加速度 $G_z$ であればステップ238で動的モデル101を用いて前輪と後輪のサスペンションを交互に制御して前後振動をおさえる。ローリング加速度 $G_r$ であればステップ239で動的モデル101を用いて左輪と右輪のサスペンションを交互に制御し、ローリングをおさえて振動の少ない乗り心地のよい制御を行う。

第24図は第1図(第5図)のエンジン制御サブシステム3によるトルク制御例のフローチャートである。第24図において、まずステップ241でアクセルペダル踏み量 $\alpha$ をリードし、ステップ242で設定値のトルク $T_s$ を上記 $\alpha$ の関数 $k(\alpha)$ で求める。ついでステップ243で実際のトルク $T$ と設定値のトルク $T_s$ を比較し、一致しなければステップ244でインジェクタとスロットルバルブブラグでそれぞれ燃料 $I$ と空気量 $Q_a$ と点火時期 $A_d$ を制御してトルクを一致させる。

#### 【発明の効果】

本発明によれば、エンジン、ドライブトレイン、

ブレーキ、ステアリング、サスペンション制御サブシステムの協調制御が可能となるので、車の応答性と快適性とアクティブ安全性を向上することができる。また制御性増強、安定性増強の制御アルゴリズムと、2個のオブザーバを用いた協調制御と、運転者支援システムと、エキスパートシステムによって、さらに緊急状態でも車の安全な性能を引き出すことのできる人工的応答システムによって、運転者の最適応答と快適性を保証することができる効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による自動車の協調制御装置の一実施例を示す構成図、第2図は第1図の運転者情報制御ユニットの構成図、第3図(a)、(b)は第2図の自動運転制御サブシステムによる加速時と減速時の車の動特性測定例図、第4図(a)、(b)は第2図の安定性増強サブシステムによる加速時と減速時の車の他の動特性測定例図、第5図は第1図のエンジン制御サブシステムの構成図、第6図は第1図のドライブトレイン制御サブシステムの

構成図、第7図は第1図の他のブレーキ制御サブシステムほかの構成図、第8図は第1図の運転者支援システムの構成図、第9図は第8図のエキスパートシステムのソフトウェア構成図、第10図は第1図の人工的応答システムの構成図、第11図は第1図の各制御サブシステムの直列伝送用回路の構成図、第12図は第1図の一部機能をエンジンドライブトレイン制御システムに統合した装置の部分構成図、第13図は第1図の各制御サブシステムのCANシステムのハードウェア構成図、第14図は第1図(第13図)のドライブトレイン制御サブシステムのCANに接続するセンサとアクチュエータの構成図、第15図は第1図のエンジン、ドライブトレイン、ブレーキ制御サブシステムによるスリップ防止の協調制御フローチャート、第16図は第1図(第5図)のエンジン制御サブシステムの制御フローチャート、第17図は第1図(第6図)のドライブトレイン制御サブシステムによる変速時ショック低減の協調制御フローチャート、第18図は第1図の緊急・警報状態表示例のフローチャ

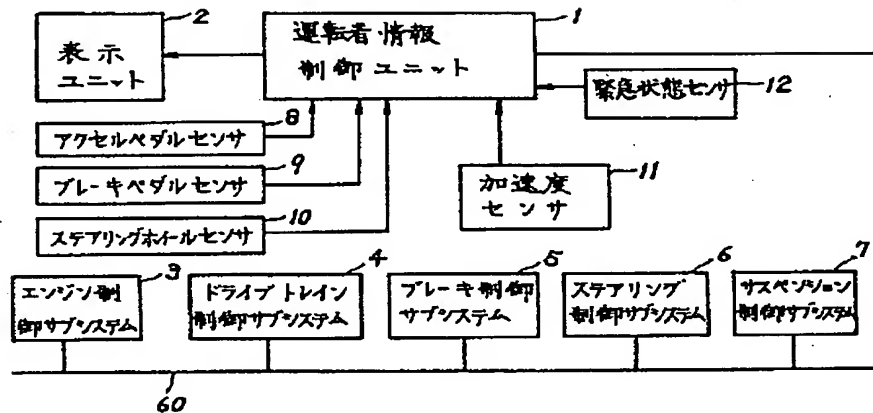
ート、第19図は第1図（第7図）のステアリング制御サブシステムによるアクティブ安全制御フローチャート、第20図(a)、(b)は第1図（第9図）のエキスパートシステムによるスロットル開度の知識ベースとアクティブ安全予制制御フローチャート、第21図は第1図（第10図）の人工的応答システムによる制御フローチャート、第22図は第1図（第2図）の自動運転制御サブシステムによる制御フローチャート、第23図は第1図（第2図）の安定性増強サブシステムによる制御フローチャート、第24図は第1図（第5図）のエンジン制御サブシステムによるトルク制御フローチャートである。

1…運転者情報制御ユニット（制御手段）、2…表示ユニット（表示手段）、3…エンジン制御サブシステム、4…ドライブトレイン制御サブシステム、5…ブレーキ制御サブシステム、6…ステアリング制御サブシステム、7…サスペンション制御サブシステム、8…アクセルペダルセンサ、9…ブレーキペダルセンサ、10…ステアリングホイールセンサ、11…加速度センサ、12…緊急状態センサ、60…ネットワーク。

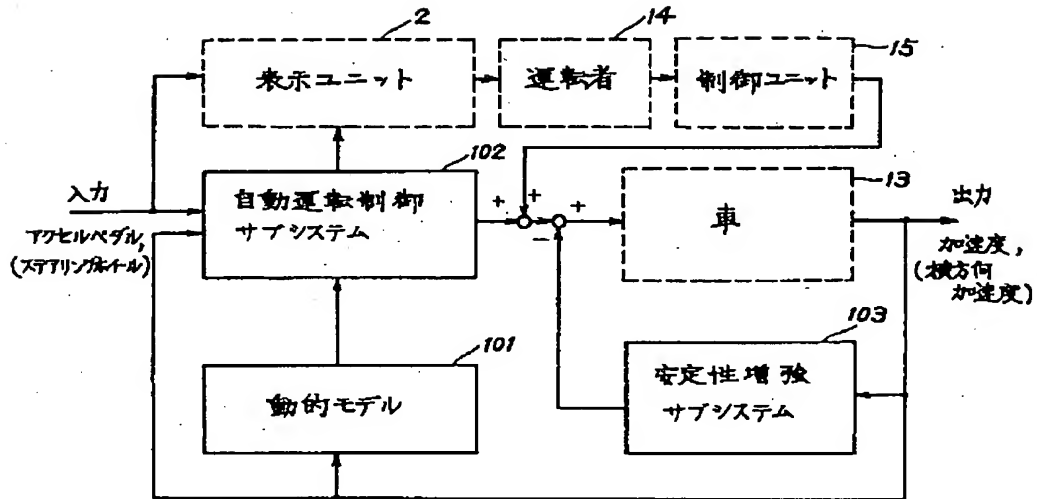
イールセンサ、11…加速度センサ、12…緊急状態センサ（レーダ）、60…ネットワーク、101…車の動的モデル、102…自動運転制御サブシステム、103…安定性増強サブシステム、104…運転者支援システム、105…エキスパートシステム、117…人工的応答システム、600…直列伝送用回路。

代理人 弁理士 秋 本 正 実

第 1 図

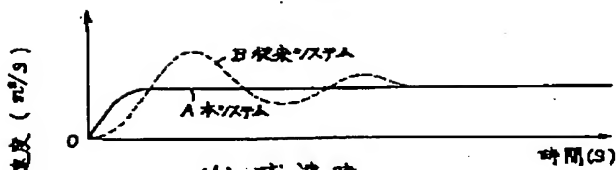


第 2 図

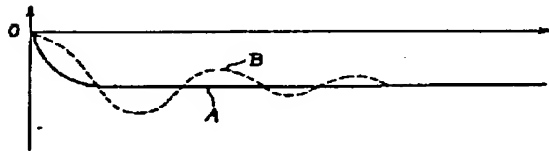


第 3 図

(a) 加速時

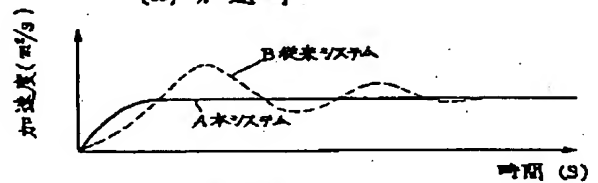


(b) 減速時

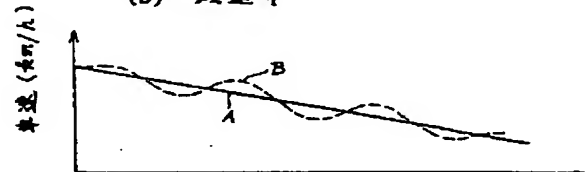


第 4 図

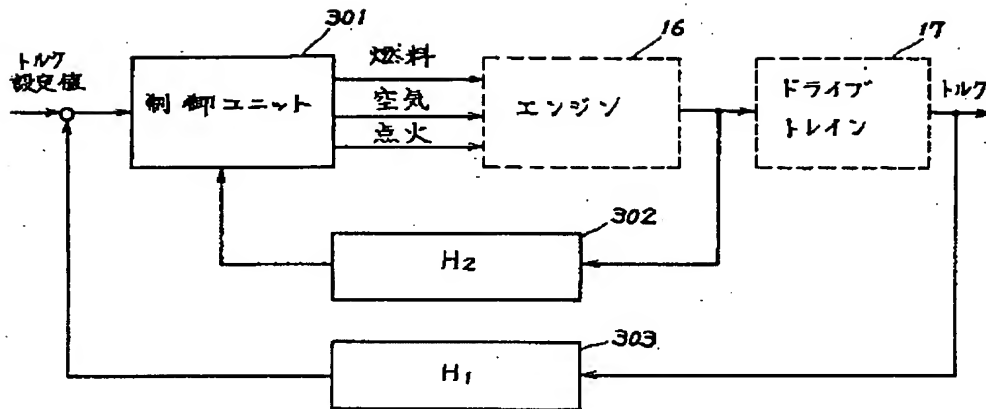
(a) 加速時



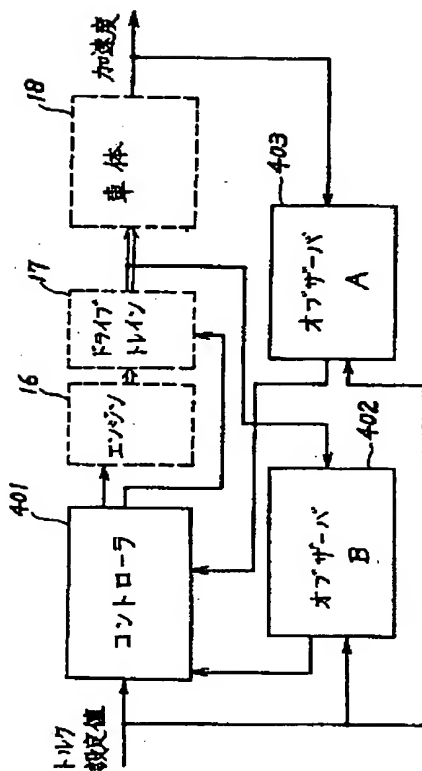
(b) 減速時



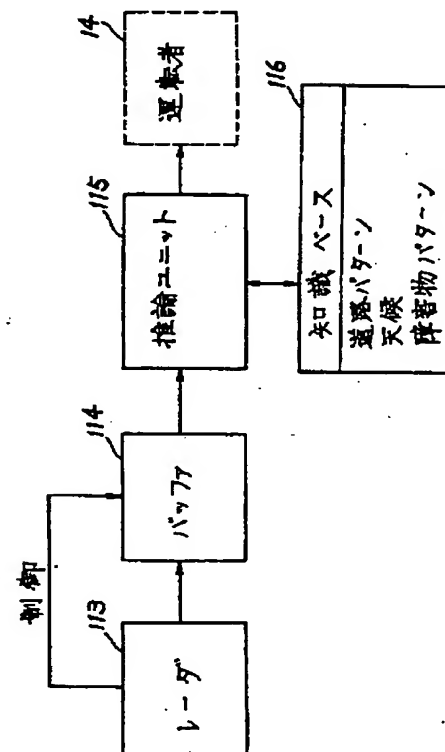
第 5 図



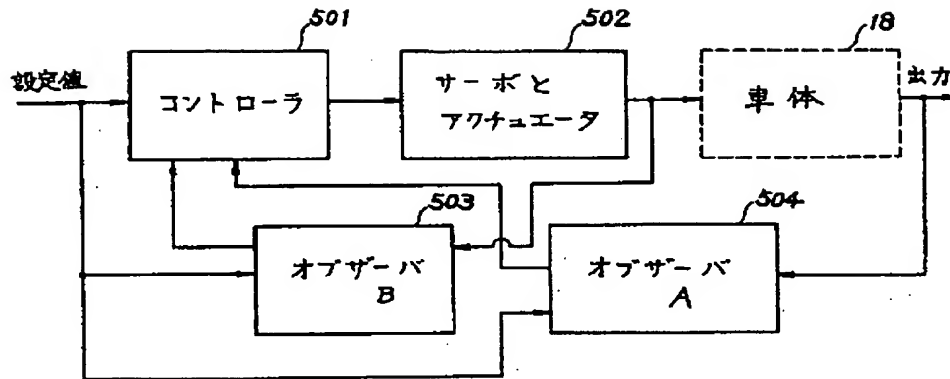
第 6 図



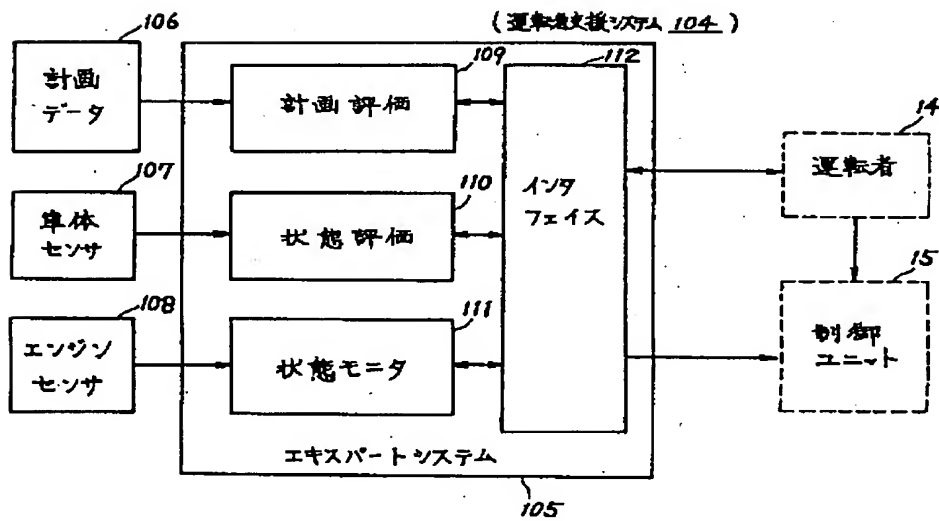
第 9 図



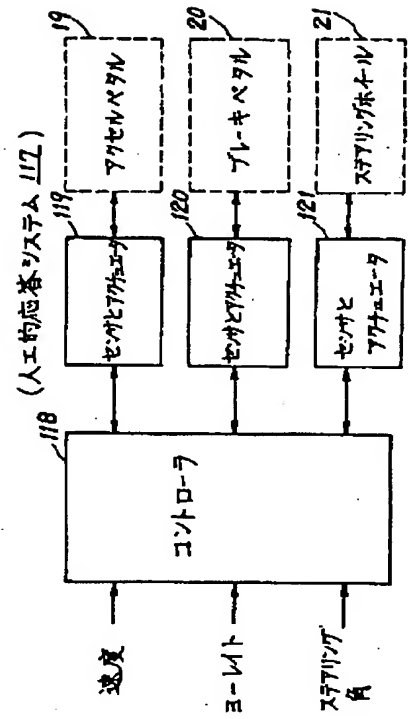
第 7 図



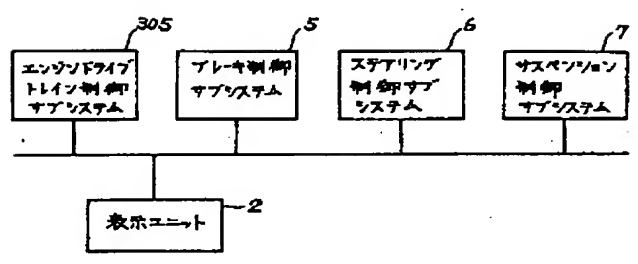
第 8 図



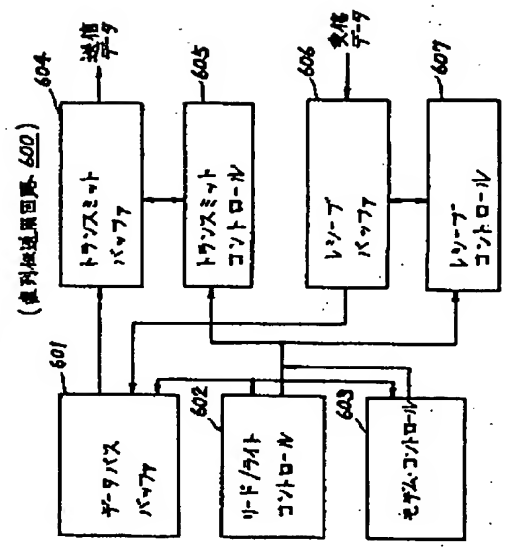
第 10 図



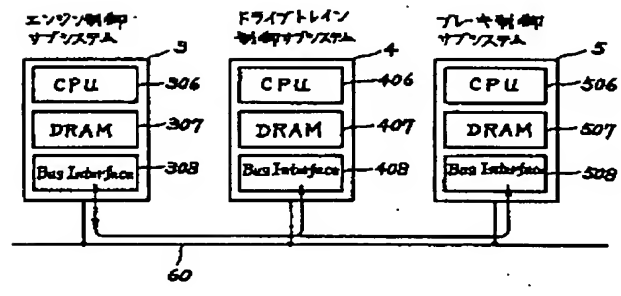
第 12 図



第 11 図

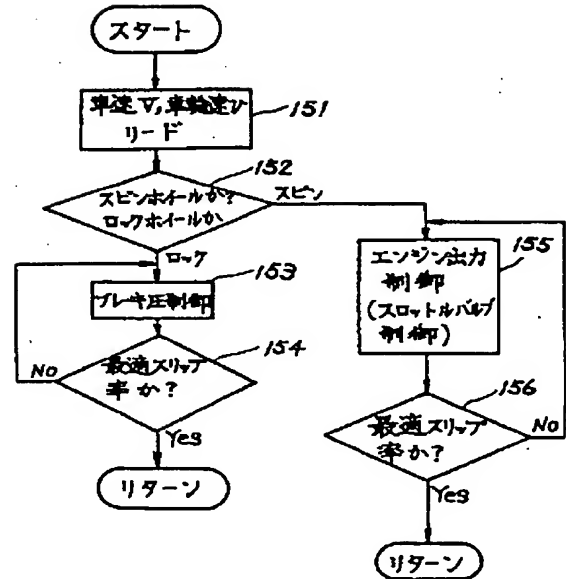
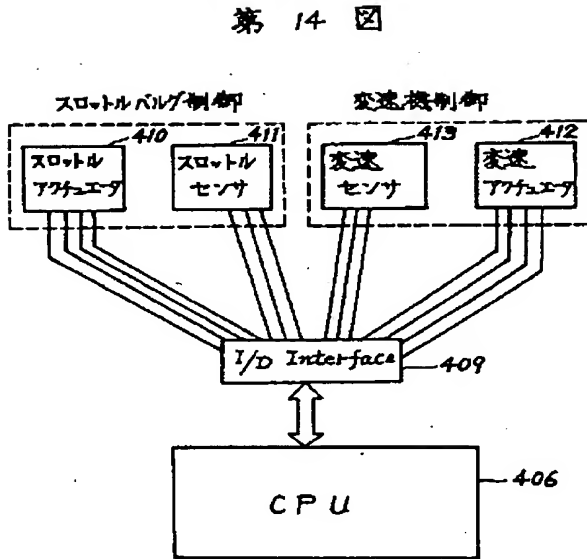


第 13 図

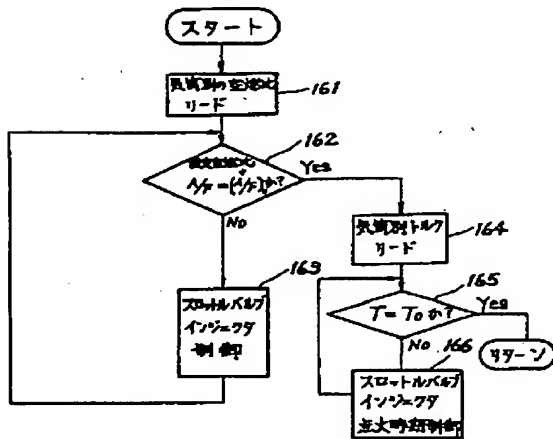




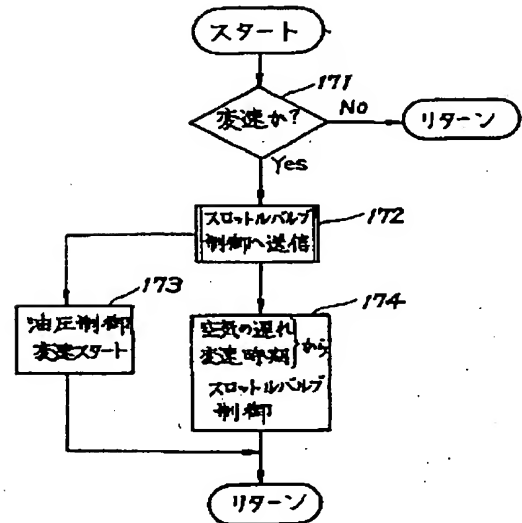
第 15 図



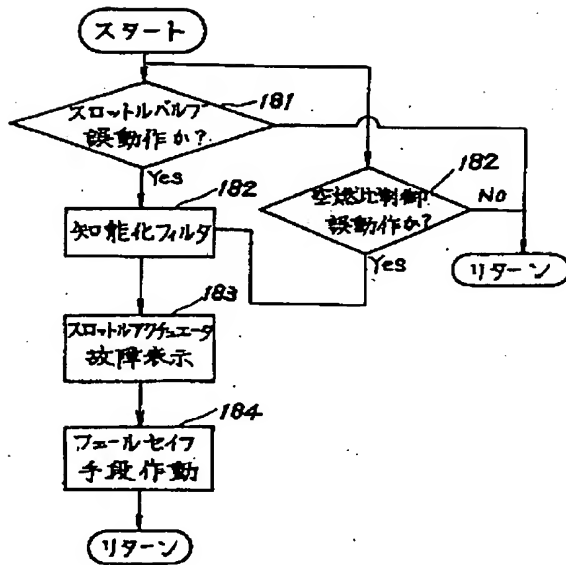
第 16 図



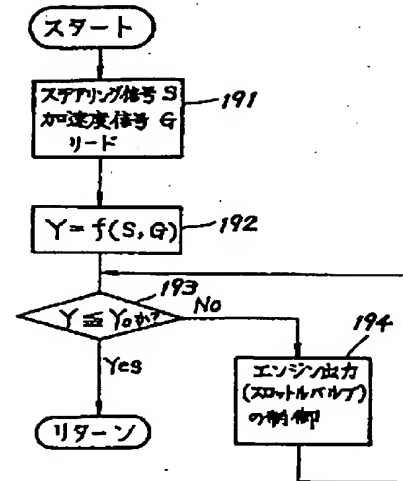
第 17 図



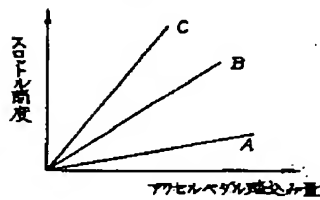
第 18 図



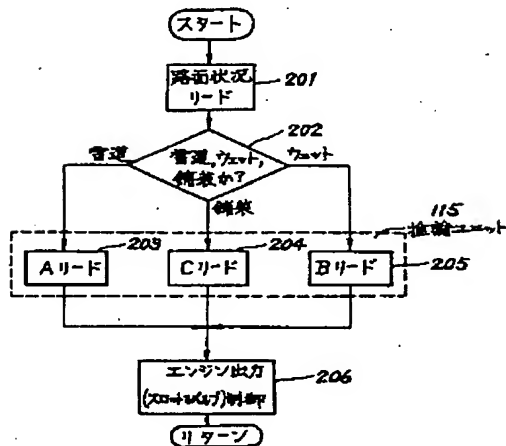
第 19 図



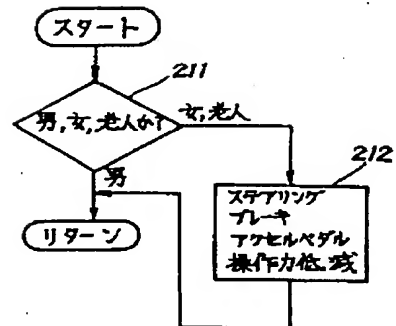
第 20 図  
(a)



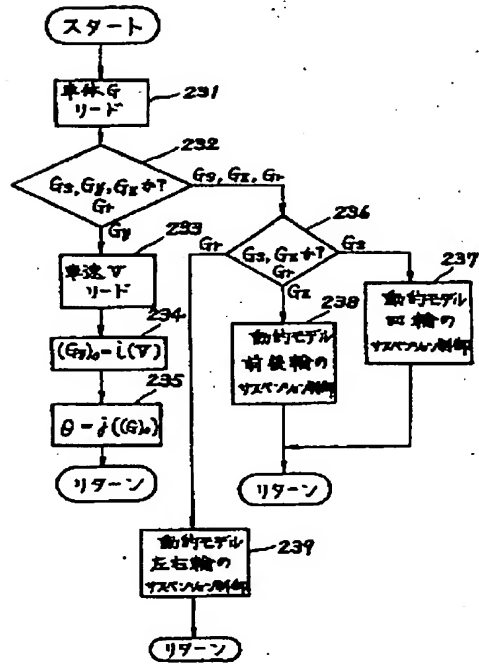
(b)



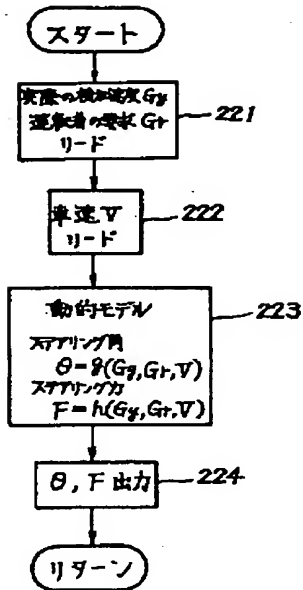
第 21 図



第 23 図



第 22 図



第 24 図

